

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-303304

⑬ Int.Cl.⁴ 識別記号 庁内整理番号 ⑭ 公開 昭和63年(1988)12月9日
 G 02 B 6/00 3 6 6 7370-2H
 // D 01 F 8/10 A-6791-4L
 B-6791-4L
 D 02 J 1/22 J-6936-4L 審査請求 未請求 発明の数 1 (全9頁)

⑮ 発明の名称 プラスチック光ファイバーの製造方法

⑯ 特 願 昭62-138161

⑰ 出 願 昭62(1987)6月3日

⑱ 発 明 者 藤 田 勲 滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株式会社滋賀事業場内

⑲ 発 明 者 田 沢 壽 滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株式会社滋賀事業場内

⑲ 発 明 者 菅 沼 平 六 滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株式会社滋賀事業場内

⑳ 出 願 人 東 レ 株 式 会 社 東京都中央区日本橋室町2丁目2番1号

明 細 書

1. 発明の名称

プラスチック光ファイバーの製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) プラスチック光ファイバーを非接触下で加熱延伸するに際して、下記式で示される条件下において延伸することを特徴とするプラスチック光ファイバーの製造方法。

$$1.5A \leq \frac{2L}{V_1 + V_2} \leq 1.5A + 1.6$$

ただし、A：延伸ファイバーの目標断面積
(mm²)

V₁：加熱延伸帯域へのプラスチック光ファイバーの供給ローラー速度(m/秒)

V₂：加熱延伸帯域からのプラスチック光ファイバーの引出ローラー速度(m/秒)

L：加熱延伸帯域の長さ(m)

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は機械的強度、特に耐屈曲性、透光性および寸法安定性に優れ、線径変動の小さい高品位なプラスチック光ファイバーの製造方法に関する。

[従来の技術]

通信技術分野の技術革新の中核をなす光学繊維の発展は、ガラス系光学繊維をベースとして著しいものがあり、コスト並びに加工性の重要視される短距離伝送分野においては有機系光学繊維の活用が注目されている。

有機系光学繊維、すなわちプラスチック光ファイバーは、ガラス系光学繊維に比較して透光性には劣るが、安価で、取り扱い性に優れているために、短距離伝送用として広く利用されようとしている。

しかしながら、このプラスチック光ファイバーは、通常、一般的な合成繊維の製造法である溶融紡糸法を適用して製造されるが、通常の合成繊維とは異なり、使用する重合体が結晶性を有しないこと、光学繊維特性の上から使用する重合体の純

度が極度に高純度であり、繊維製造工程での異物や不純物の混入を完全に防止する必要があり、加えて複合される芯および鞘両成分間界面に不整がないことなど極めてシビアな製造プロセスおよび条件を採用されねばならないという工業的実施に際しての技術的困難性がある。

このような技術的困難性の中でも、該プラスチック光ファイバーの機械的性質、特に耐屈曲性および可撓性を改良するために、熔融紡糸された未延伸繊維を延伸し、繊維軸方向に高分子鎖を配向させることが必要であるが、この延伸工程では、該プラスチック光ファイバーを構成する芯成分と鞘成分との界面不整や界面剥離が生じる。このため得られるプラスチック光ファイバーの透光損失を低下させたり、線径変動を小さくするといった問題の解決が極めて重要である。

このような技術的困難性を解決するために、従来該プラスチック光ファイバーの延伸には、加熱ロールや加熱板などのように、延伸過程の擦過によって鞘成分が損傷、脱落を生じ易い。この結果

- 3 -

このような本発明の目的は、上記特許請求の範囲に記載した如く、プラスチック光ファイバーを非接触下で加熱延伸するに際して、下記の式で示される条件下において延伸することによって達成することができる。

$$1.5A \leq \frac{2L}{V_1 + V_2} \leq 1.5A + 16$$

ただし、A：延伸ファイバーの断面積
(mm²)

V₁：加熱延伸帯域へのプラスチック光ファイバーの供給ローラー速度 (m/秒)

V₂：加熱延伸帯域からのプラスチック光ファイバーの引出ローラー速度 (m/秒)

L：加熱延伸帯域の長さ (m)

本発明の非接触加熱延伸において、未延伸プラスチック光ファイバーを加熱延伸する帯域へ供給するローラー速度をV₁ (m/秒)、延伸されたプラスチック光ファイバーを加熱延伸帯域から引

- 5 -

として透光性および機械的強度を低下させる接触延伸ではなくて、非接触加熱延伸、たとえば加熱空気や窒素などの加熱雰囲気中で間接的に繊維を加熱しながら延伸する手段が採用されている。

しかるに、この非接触加熱延伸の場合は、繊維の均一加熱が困難となり易く、不均一な状態で延伸による変形を受けると界面不整を生じ、プラスチック光ファイバーの透光性を低下させ、かつ延伸も不安定になって線径変動を十分に小さくできないという問題がある。

[発明が解決しようとする問題点]

本発明の目的は、機械的強度、特に耐屈曲性、透光性および寸法安定性に優れ、線径変動の小さい高品位なプラスチック光ファイバーを提供することにある。他の目的は上記プラスチック光ファイバー製造における技術上の問題点である芯、鞘成分間の界面不整がなく、均一な延伸を可能とするプラスチック光ファイバーの延伸法を提供することにある。

[問題点を解決するための手段]

- 4 -

出すローラー速度をV₂ (m/秒)とすると、加熱延伸帯域中でのファイバーの平均速度として相加平均である(V₁ + V₂) / 2を用いることができる。したがって長さL (m)の加熱延伸帯域を走行するときのファイバーの平均通過時間T (秒)は、T = 2L / (V₁ + V₂)で表わされる。該加熱延伸帯域を走行するファイバーの平均通過時間として好ましい範囲を種々の線径を有するプラスチック光ファイバーについて鋭意検討したところ、延伸されたプラスチック光ファイバーの断面積をA (mm²)とすると、第4図に示した通り、 $1.5A \leq \frac{2L}{V_1 + V_2} \leq 1.5A + 16$

の斜線の範囲にある場合は、透光性や耐屈曲性の良好な線径変動も小さい高品位なプラスチック光ファイバーが得られることを見出し、本発明に到達したものである。

$$\text{すなわち、} \frac{2L}{V_1 + V_2} < 1.5A$$

では、ファイバーの加熱が不十分で、変形を受け

- 6 -

るファイバーの粘度が高かったり、または、ファイバーの単位長さあたりの変型速度が高まったりするために、変形応力が大きくなり、高張力延伸となる結果、大きな歪が生じ易くなり、不均一延伸を起しやすい。特に、一般的な溶融紡糸においては、融液輸送時の計量手段としてギアポンプが用いられるため、その回転変動やギアの刃ごとのクリアランス変動に基く線径変動や口金孔から吐出される際の吐出孔導入部でのメルトフラクチャーや、吐出孔内壁でのスティックスリップによるメルトフラクチャー等に基く線径変動を未延伸プラスチック光ファイバーは有している。このため、上記のような高張力延伸作用を受けると、未延伸プラスチック光ファイバーの細径部分に先ず応力集中する。次いで太径部分に応力伝搬していくために、延伸プラスチック光ファイバーは線径変動が増幅され、平均線径が延伸により細くなったにもかかわらず未延伸プラスチック光ファイバーの有していた線径変動の数倍以上、極端な場合は10倍以上にも達してしまう。線径変動の目

- 7 -

本発明の非接触加熱延伸においては、未延伸プラスチック光ファイバーを加熱延伸する帯域（以下、延伸帯域という）出口付近で該プラスチック光ファイバーの周囲から、加熱気流を当てると共に、光ファイバーの走行方向に対して該加熱気流が向流になるように該加熱気流を前記の延伸帯域に導入することが好ましい。このような加熱流体の延伸帯域への導入および光ファイバーへの加熱流体の付与によって、該光ファイバーの延伸による細化完了点を該延伸帯域出口部分の加熱気流出口付近に固定することが可能になるのである。

すなわち、耐屈曲性などの力学特性に優れ、かつより均一、高度に延伸された、芯、鞘両成分の界面不整または界面剥離がなく、線径変動も小さい透光性に優れた光ファイバーを得るためには、該上記非接触加熱延伸条件下においてさらに光ファイバーの延伸による細化完了点を延伸帯域出口部分の加熱気流出口付近に固定するのである。つまり、光ファイバーのプロフィールの変化の完結点をできる限り短い領域に存在させ、かつ加熱帯

- 9 -

域は中心線径に対して±2%以下である。あるいは、一般的にプラスチック光ファイバーを構成する芯成分重合体と鞘成分重合体とは異種の重合体を用いる。特に、鞘成分重合体としては低屈折率であることが要求されるので、フッ素含有重合体がよく用いられるために、

$$\frac{2L}{V_1 + V_2} < 15A$$

では、均一に加熱されなかったり、加熱が不十分のまま延伸による変形を受けると界面不整を生じ、プラスチック光ファイバーの透光性を低下させてしまう。また

$$\frac{2L}{V_1 + V_2} < 15A$$

では、収縮率も大きく、寸法安定性の悪いプラスチック光ファイバーしか得られない。

$$\text{一方、} \frac{2L}{V_1 + V_2} > 15A + 16$$

では、加熱過多となり延伸による分子鎖の配向度が低くなるために耐屈曲性等の機械的強度が弱いファイバーしか得られなく、延伸操作上からも問題である。

- 8 -

域から冷却帯域に移行する直前で延伸力と繊維内部応力とを均衡させることによって、未延伸プラスチック光ファイバーを分子鎖が繊維軸方向に配向し、同時に安定した繊維構造を有する延伸プラスチック光ファイバーに転換せしめることができるのである。次いで、冷却領域を経由したプラスチック光ファイバーは該冷却領域で十分に冷却された、耐屈曲性を有する延伸繊維になっているから、以後の工程では通常の合成繊維と同様に取り扱うことが可能である。

ここで、延伸による細化完了点とは、必ずしもポリエステル繊維などで見られるようなネッキング部分ではない。この点を第2図に基いて説明する。すなわち、第2図はプラスチック光ファイバーの延伸による細化完了点を示す側面図であるが、図に示したように、設定繊維径(D₁)の未延伸プラスチック光ファイバーが点(P₁)から細化を開始し、延伸プラスチック光ファイバーの目標繊維径(D₃)の103%に細化された繊維径(D₂)の点(P₂)を延伸による細化完了点と

- 10 -

するものである。100%としないのは線径変動による誤差を考慮したためである。

このような延伸方法において、前記の延伸帯域および冷却領域における加熱温度、熱供給量あるいは冷却速度は、該延伸領域を走行する光ファイバーの走行速度、繊維直径および加熱帯域の長さによって相違するが、上記の通り、

$$15A \leq \frac{2L}{V_1 + V_2} \leq 15A + 16$$

を満足し、かつ、好ましくは式 $|P| \leq 10$ (cm) の関係をも満足する条件を設定して延伸するのがよい。

上式中、Pは延伸帯域出口の加熱気流出口から延伸による細化完了点までの距離(cm)であり、ここでいう延伸による細化完了点の測定法の1例としては、延伸中のプラスチック光ファイバーを加熱延伸帯域の入口と延伸ロールの直前で同時に把持しつつ切断し、実質的に引張や収縮を与えないで加熱延伸帯域からすばやく取除き1~5cm間隔にマーキングし、マイクロメーター等でその繊

- 11 -

がある場合は、繊維直径の変動の大きい、品位の劣った光ファイバーしか得られなくなるのである。

このような非接触加熱延伸において、延伸帯域出口付近に光ファイバーの延伸による細化完了点を固定する上で望ましいことは、延伸帯域出口に加熱流体を吹き込み、他方、吹き込まれた加熱流体を延伸帯域入口付近から、例えばエゼクターなどを用いて積極的に排出し、延伸帯域を流れる加熱流体の流れを安定化することである。このような加熱流体の導入および排出手段を適用することによって延伸帯域を走行する光ファイバー表面の伝熱境膜を常時更新することができ、均一な延伸を助長することができるのである。なお、熱効率を高め、熱エネルギーを再利用する点から、一般的には排気加熱流体は循環使用することが望ましい。

また、プラスチック光ファイバーを構成する成分重合体のガラス転移点を T_g とするとき、非接触加熱延伸温度を θ (°C) として、 $T_g - 10 \leq \theta \leq T_g + 80$ の範囲内の温度下に非接触延伸

- 13 -

線径変化、つまり細化プロフィールを調べる方法があり、このような方法によって、前述した定義に基づいた延伸点を求めることができる。また、Pの値の正負については、次のように定義することができる。

すなわち、該延伸帯域出口部分の加熱気流出口の位置が $P = 0$ であり、延伸による細化完了点が延伸帯域内方向にある場合は、Pの値はマイナス(-)値、延伸による細化完了点が延伸帯域出口から外の方にある場合はPの値はプラス(+)値で表すことができ、P値が $-10 \leq P \leq +10$ の範囲内にある時に、繊維直径の変動が小さくて、界面不整などに起因する透光損失の少ない耐屈曲性などの機械的性質に優れた高品位なプラスチック光ファイバーを得ることができるのである。

P値が -10 cmよりも小、つまり、延伸帯域の内部側に延伸による細化完了点がある場合は、耐屈曲性の良好な光ファイバーが得られない。また、P値が $+10$ cmよりも大、すなわち、延伸帯域出口からかなり離れた領域に延伸による細化完了点

- 12 -

することが好ましい。ここで、 θ として $T_g - 10$ 以上としたのは、延伸張力下ではDSC等で $10^\circ\text{C}/\text{分}$ ずつ昇温して静的に測定した場合よりもガラス転移点は低下することが一般的に知られており、実際の非接触加熱延伸においても、線径変動もさほど大きくなく、透光性もほとんど悪化しないことから採用できる。それ未満では、延伸張力が高まり、線径変動が大きくなったり、透光性の悪化が生じる。

一方、 $T_g + 80$ (°C) 以上では変形応力が低いために分子鎖配向が不十分となり、耐屈曲性等の機械的性質が劣る。

次に、延伸された光ファイバーに寸法安定性を付与するために、熱安定化処理として、非接触延伸温度範囲から選定した温度下で、伸長および収縮を行なわせることなく非接触定長熱処理を施すことが好ましい。

すなわち、上記非接触加熱延伸法の条件を選択することによって、得られる延伸光ファイバーの収縮率をかなりの程度まで減少させ、寸法安定性

- 14 -

を付与することができるが、延伸速度が高かったり、または機械的強度をさらに向上させるために高倍率延伸を施す場合などには、該非接触加熱延伸条件の選択だけでは、十分に延伸光ファイバーの収縮率を減少させ、良好な寸法安定性を付与することが困難になることがある。

このような場合あるいはより寸法安定性の向上した光ファイバーを得るための寸法安定化処理として、該延伸完了後の光ファイバーを延伸帯域の延伸温度範囲より選択して熱処理するのが好ましく、特に定長熱処理するのが好ましい。

非結晶性の重合体からなる光ファイバーの熱処理においては、通常の合成繊維のような結晶性重合体からなる繊維の熱処理における熱固定とは異なり、延伸工程で与えられた繊維軸方向における高分子鎖の配向をできる限り維持して、繊維内部の歪みを均一化し、寸法安定性を付与することを意図して施されるのであり、その点から定長下で熱処理するのである。この寸法安定性付与のための熱処理に際しても、非接触加熱延伸手段と同様

- 15 -

然であるが、複合紡糸を行なう点から、両重合体成分の融点はできるだけ近いことが望ましい。

以下に、本発明の非接触加熱延伸-熱処理方法の一例を図面に基いて具体的に説明する。

第1図は、本発明に使用する光ファイバーの延伸-熱処理方法の一例を示す断面図である。図において、1はプラスチック光ファイバー、2は紡糸口金、3は冷却チムニー、4は未延伸プラスチック光ファイバーの引取ローラーであり、かつ、延伸帯域への供給ローラーも兼ねている。このローラー速度が V_1 (m/秒)である。5は除電装置、6はブロックヒーターを装備する延伸帯域、7は熱流体循環用ファン、8は流体加熱用ヒーター、9は加熱流体導入部、10は延伸ローラー、つまり延伸されたプラスチック光ファイバーを延伸帯域から引出すローラーであり、この速度が V_2 (m/秒)である。11は熱処理ローラー、12は巻取り部を示す。

このように加熱帯域の中空部、すなわち系通路内を向流で循環させた場合は、系通路内の温度が

- 17 -

に、加熱流体が循環する加熱帯域内に光ファイバーを通過させて定長下に熱処理し、目的とする光ファイバーの最高使用温度の乾熱下で24時間の熱処理した後の光ファイバーの収縮率が2%以下、好ましくは1%以下になるように熱処理を施すのがよい。

本発明の光ファイバーを構成する芯成分重合体としては、特に限定されるものではなく、各種の優れた光透過性を有するもの、例えば、メチルメタクリレートを主成分とする単独重合体または共重合体やポリカーボネート、ポルニル系単独重合体または共重合体、スチレンやマレイミドを主成分とする単独重合体または共重合体などを挙げることができるし、同様に鞘成分を構成する重合体としては、含弗素メタクリレート系重合体や弗化ビニリデンとテトラフルオロエチレンとの共重合体、含弗素オレフィン系共重合体などを例示することができる。

また、これらの芯、鞘両重合体成分の組み合わせの例としては、両者に屈折率差があることは当

- 16 -

均一になり、上述した通り光ファイバー表面の伝熱境界を常時更新することができるから、熱伝達が良好であり、そのためにヒーター長の短尺化を図ることが可能になる。ブロックヒーター加熱だけでは温度が不均一になり、上記効果を期待できない。

第1図において、複合紡糸口金2から吐出され冷却された未延伸プラスチック光ファイバー1を徐電しつつ速度 V_1 (m/秒)で延伸帯域6に導き、光ファイバー1の走行方向に対向して9から加熱気流を吹込み、後方の速度 V_2 (m/秒)の延伸ロールの牽引力によって所定の倍率に延伸を行ない、引続き徐電した後、同様の装置で非接触定長熱処理を行ない、十分に冷却した後に巻取られる。

第2図は延伸による細化完了点を示す図であり、前述の通りである。

第3図は、本発明の製造方法を採用した場合の光ファイバーの延伸変形による細化プロフィールを示したものであり、ファイバーの断面積 A (mm²)

- 18 -

と延伸加熱帯域の長さ L (m) およびローラー速度条件、つまり

$$15A \leq \frac{2L}{V_1 + V_2} \leq 15A + 16$$

を満足するように選び、さらに $-10 \leq P \leq 10$ の範囲で延伸による細化完了点を前記の如く考慮すると、一層均一な光ファイバーが得られる。その場合は中央のBCのように冷却域における光ファイバーのプロフィールも乱れず、線径変動が小さく、目的とする透光性及び耐屈曲性を付与することができる。なおAは加熱過多による場合であり、機械的性質が劣る。またDの場合は加熱不足で線径変動の大きなものになってしまう。

第4図は光ファイバーの断面積 A (mm²) を横軸にとり、延伸帯域の平均通過時間を表す

$\frac{2L}{V_1 + V_2}$ を縦軸にとった場合に、本発明の目的を満足する延伸条件の領域を斜線で図示したものである。

以下、実施例に基づき、本発明をさらに具体的に

- 19 -

を前記複合紡糸部の鞘側に供給し、紡糸温度240℃、冷却風速0.4m/秒で複合紡糸した。この際に、線径ごとに芯側と鞘側の吐出量を調整し、鞘部分の厚さとして、線径250ミクロンの場合は5ミクロン、1000ミクロンおよび2000ミクロンの場合は10ミクロンにした。このようにして得られた未延伸プラスチック光ファイバーを連続して、第1図に示した非接触加熱延伸-非接触定長熱処理装置へ導き、第1表に示す条件下に延伸、定長熱処理を行なった。

延伸帯域中の光ファイバーを延伸帯域の入口と出口で把持すると同時に両方で切断し、実質的に引張や収縮を与えないで延伸帯域からすばやく取除き、延伸帯域における繊維径の変化をマイクロメーターで測定し、前述の定義に基づいて延伸による細化完了点を求めた。

また、アンリツ製レーザー外径測定器により線径の変動幅を求め、前述の方法で透光損失を測定した。さらに対向する10mm径の丸棒を30mmの間隔で設置し、その間に光ファイバーを張力下に

- 21 -

説明する。

[実施例]

なお、実施例において、透光性はタングステン-ハロゲンランプを光源として使用し、回折格子分光器を用いて波長特性を求めることによって確認した。通常は波長650nmでの値を用い、目標として、線径250ミクロンでは300dB/km以下、500ミクロン以上では180dB/km以下であることが好ましい。

実施例1~13、比較例1~10

市販のメチルメタクリレートを十分に精製した後、重合槽に送液し、開始剤および連鎖移動剤を添加して連続塊状ラジカル重合を行ない、脱モノマ工程に導き、重量平均分子量84000、残存モノマ含有率0.11重量%のポリメチルメタクリレートを作成し、熔融複合紡糸部の芯側へ供給した。DSC法で10℃/分ずつ昇温して測定したTgは118℃であった。

他方、市販のビニリデンフルオリド-テトラフルオロエチレン系共重合体(80/20モル比)

- 20 -

S字状にかけて交互に連続的に屈曲を与えて耐屈曲性を測定した。また、80℃の乾熱オープン中で24時間無拘束下に処理し、処理前後の長さの変化割合から収縮率を求めた。これらの結果を第2表にまとめた。

本発明で測定する範囲内で延伸したプラスチック光ファイバーの特性は、すべて満足できるものであり、耐屈曲性に優れた高品位なファイバーを得ることができた。

- 22 -

第 1 表

項 目	棒 径 (ミクロン)	断面積 (mm ²)	15A	15A+16	供給ローラー 速度 (m/秒)	延伸ローラー 速度 (m/秒)	糸通管内での 熱風速度(m/分)	延伸領域の 長さ (m)	$\frac{2L}{V_1+V_2}$	延伸領域の 温度 (℃)	熱処理領域の 温度 (℃)
記 号		A	15A	15A+16	V ₁	V ₂		L		θ	
実施例 1	250	0.049	0.735	16.735	0.25	0.500	7	1	2.67	145	140
" 2	"	"	"	"	0.25	0.500	7	3	8.0	130	135
" 3	"	"	"	"	0.417	0.833	10	3	4.8	135	145
" 4	"	"	"	"	0.667	1.333	10	3	3.0	145	155
" 5	"	"	"	"	0.667	1.333	10	5	5.0	150	145
" 6	1000	0.785	11.775	27.775	0.033	0.067	10	1	20.0	150	155
" 7	"	"	"	"	0.083	0.167	10	3	24.0	145	145
" 8	"	"	"	"	0.125	0.25	10	3	16.0	155	150
" 9	"	"	"	"	0.167	0.333	10	3	12.0	165	160
" 10	"	"	"	"	0.167	0.333	10	5	20.0	165	160
" 11	2000	3.142	47.124	62.124	0.025	0.05	10	2	53.3	155	150
" 12	"	"	"	"	0.033	0.067	10	3	60.0	160	160
" 13	"	"	"	"	0.067	0.133	10	5	50.0	150	150
比較例 1	250	0.049	0.735	16.735	1.000	2.000	10	1	0.67	145	150
" 2	"	"	"	"	0.083	0.167	10	3	24.0	125	120
" 3	"	"	"	"	0.167	0.333	10	5	20.0	135	135
" 4	1000	0.785	11.775	27.775	0.083	0.167	10	1	8.0	150	150
" 5	"	"	"	"	0.03	0.067	10	3	60.0	140	145
" 6	"	"	"	"	0.25	0.50	10	3	8.0	160	165
" 7	"	"	"	"	0.05	0.10	10	5	66.7	140	140
" 8	2000	3.142	47.124	62.124	0.033	0.067	10	1	20.0	155	150
" 9	"	"	"	"	0.083	0.167	10	3	24.0	150	150
" 10	"	"	"	"	0.067	0.133	10	5	100.0	145	140

- 23 -

第 2 表

項 目	延伸による細化 完了点 (cm)	線径変動 幅 (%)	透光損失 650nm (dB/km)	耐屈 曲性	乾熱収縮率 80℃×24h (%)
記号	P				
実施例 1	-3	±1.0	251	良好	0.65
" 2	-7	±0.8	240	良好	0.54
" 3	-2	±1.1	248	良好	0.63
" 4	+3	±1.3	252	良好	0.67
" 5	-1	±0.9	247	良好	0.58
" 6	0	±1.1	139	良好	0.42
" 7	-1	±1.0	140	良好	0.39
" 8	+2	±1.2	140	良好	0.43
" 9	+6	±1.5	147	良好	0.51
" 10	0	±1.4	145	良好	0.40
" 11	-1	±1.3	142	良好	0.41
" 12	+1	±1.2	144	良好	0.44
" 13	+2	±1.2	146	良好	0.48
比較例 1	+20	±5	355	良好	1.35
" 2	-15	±2	280	不良	0.55
" 3	-15	±2	275	不良	0.70
" 4	+25	±7	180	良好	1.10
" 5	-15	±1.5	140	不良	0.45
" 6	+20	±5	176	良好	0.97
" 7	-15	±1.4	145	不良	0.48
" 8	+15	±3.5	165	良好	0.85
" 9	+30	±4.5	184	良好	0.95
" 10	-20	±1.8	151	不良	0.48

〔 発明の効果 〕

本発明に基づいて製造したプラスチック光ファイバーは、線径変動が小さく、機械物性、特に耐屈曲性に優れ、長手方向に亘って均一で品位が高く、透光性や寸法安定性も良好である。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明に使用する光ファイバーの延伸-熱処理方法の一例を示す断面図である。

第2図はプラスチック光ファイバーの延伸による細化完了点を示す側面図である。

第3図は本発明の製造方法を採用した場合の光ファイバーの延伸による細化プロフィールを示す説明図である。

第4図は光ファイバーの断面積A (mm²) を横軸にとり、延伸帯域の平均通過時間を表す

$\frac{2L}{V_1 + V_2}$ を縦軸にとった場合に、本発明の目的を満足する延伸条件の領域を図示した関係図である。

1：プラスチック光ファイバー

- 24 -

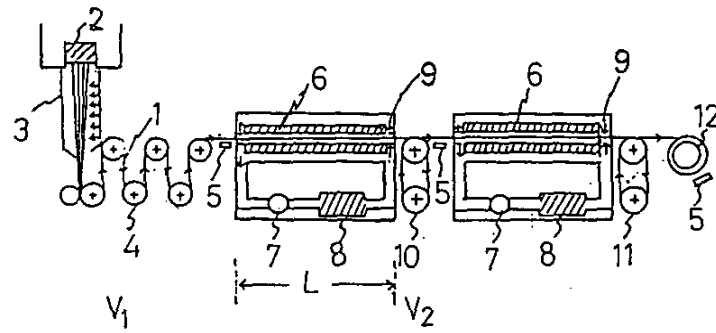
- 25 -

- 2：紡糸口金
- 3：冷却チムニー
- 4：未延伸プラスチック光ファイバーの引取口
ーラー、かつ延伸帯域への供給ローラー
- 5：除電装置
- 6：ブロックヒーターを装備する延伸帯域
- 7：加熱流体循環用ファン
- 8：流体加熱用ヒーター
- 9：加熱流体導入部
- 10：延伸ローラー
- 11：熱処理ローラー
- 12：巻取部

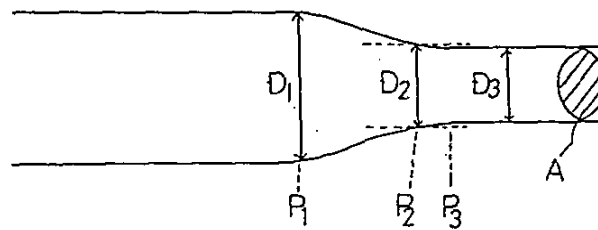
特許出願人 東レ株式会社

- 26 -

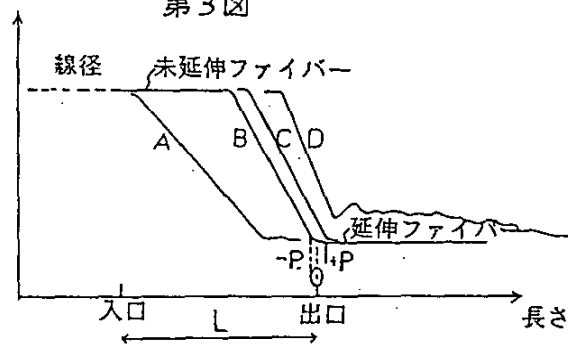
第1図



第2図



第3図



第4図

